

**DE4133060**

**Patent number:** DE4133060  
**Publication date:** 1993-04-08  
**Inventor:** ADLER UWE DIPL ING (DE); DREXL HANS-JUERGEN DR ING (DE); LUTZ DIETER DR ING (DE); NAGLER FRANZ DIPL ING (DE); OCHS MARTIN DR ING (DE); SCHIEBOLD STEFAN DR ING (DE); SCHMIDT-BRUECKEN HANS-JOACHIM (DE); THIELER WOLFGANG DIPL ING (DE); WAGNER MICHAEL DR ING (DE); WESTENDORF HOLGER DR ING (DE); WYCHNANEK RAINER (DE); ROEDER MANFRED DIPL ING (DE)  
**Applicant:** MANNESMANN AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** B60K6/04; B60K17/356; B60K31/00; B60L11/02; B60K1/02; B60K6/00; B60K17/34; B60K31/00; B60L11/02; B60K1/00; (IPC1-7): B60K6/04; B60K26/00; B60L11/02; B60L15/00; B62D6/04  
- **European:** B60K6/04D2; B60K6/04D4; B60K6/04F; B60K6/04H2; B60K6/04T2; B60K17/356; B60K31/00G2; B60L11/02  
**Application number:** DE19914133060 19911004  
**Priority number(s):** DE19914133060 19911004

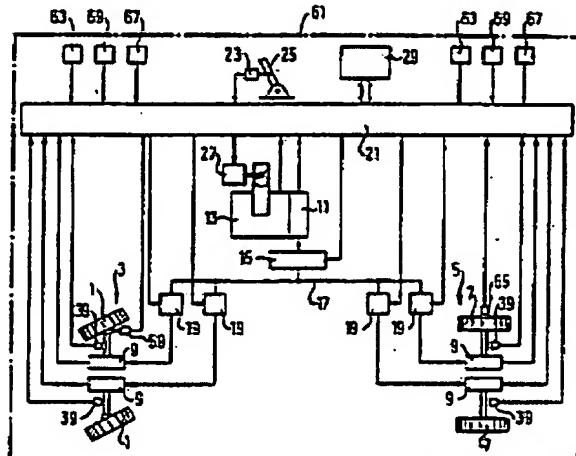
**Also published as:**

 WO9307021 (A1)  
 EP0606345 (A1)  
 BR9206576 (A)  
 EP0606345 (B1)

[Report a data error here](#)

**Abstract of DE4133060**

A drive system for a motor vehicle having at least one driven wheel (1, 7) on each side of the longitudinal axis of the vehicle comprises an internal combustion engine (13), an electric generator (11) driven by the internal combustion engine (13), an electric motor (9) for each driven wheel (1, 7) and an electronic control system (15, 19, 21) that controls the amount of electric power supplied by the generator (11) to the individual electric motors (9). The control system (15, 19, 21) controls the power and the distribution of the driving torques to the individual wheels (1, 7) so that the roll steer effect of the vehicle is controlled by conferring a yawing moment that depends for example on the transverse acceleration of the vehicle or on the extent of a yawing moment generated by a side wind. By measuring the wheel pressure of the individual driven wheels, the road grip limits of the wheels may be detected and the electric motors may be controlled in order to improve traction.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND

DEUTSCHES  
PATENTAMT(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 41 33 060 A 1

(51) Int. Cl. 5:

B 60 L 11/02  
B 60 L 15/00  
B 60 K 6/04  
B 60 K 26/00  
B 62 D 6/04

## (71) Anmelder:

Mannesmann AG, 4000 Düsseldorf, DE

## (74) Vertreter:

Weickmann, H., Dipl.-Ing.; Fincke, K., Dipl.-Phys.  
Dr.; Weickmann, F., Dipl.-Ing.; Huber, B.,  
Dipl.-Chem.; Liska, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Prechtel,  
J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000  
München

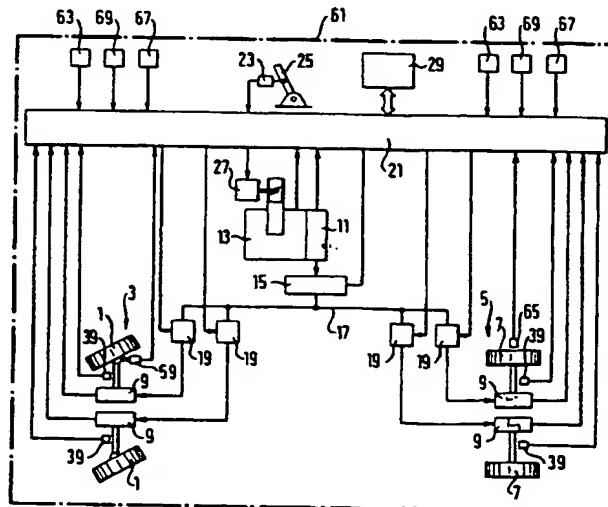
## (72) Erfinder:

Adler, Uwe, Dipl.-Ing. 8720 Schweinfurt, DE; Drexel,  
Hans-Jürgen, Dr.-Ing. 8724 Schonungen, DE; Lutz,  
Dieter, Dr.-Ing. 8720 Schweinfurt, DE; Nagler, Franz,  
Dipl.-Ing. 8729 Ottendorf, DE; Ochs, Martin,  
Dr.-Ing.; Schiebold, Stefan, Dr.-Ing. 8720  
Schweinfurt, DE; Schmidt-Brücke, Hans-Joachim,  
Dipl.-Phys. 8721 Geldersheim, DE; Thieler,  
Wolfgang, Dipl.-Ing. 8728 Haßfurt, DE; Wagner,  
Michael, Dr.-Ing. 8721 Niederwerrn, DE;  
Westendorf, Holger, Dr.-Ing. 8721 Hambach, DE;  
Wychanek, Rainer, Dipl.-Wirtsch.-Ing. 8721  
Madenhausen, DE; Röder, Manfred, Dipl.-Ing. 8721  
Schweinfurt, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## (54) Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug

(57) Die Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug mit jeweils zumindest einem angetriebenen Rad (1, 7) auf beiden Seiten zu einer Fahrzeulgängsachse umfaßt eine Brennkraftmaschine (13), eine von der Brennkraftmaschine (13) angetriebene elektrische Generatoranordnung (11), je einen Elektromotor (9) für jedes der angetriebenen Räder (1, 7) und eine die Größe der den einzelnen Elektromotoren (9) aus der Generatoranordnung (11) zugeführten elektrischen Leistung steuernde elektronische Steuerung (15, 19, 21). Die Steuerung (15, 19, 21) steuert die Größe und die Aufteilung der Antriebsmomente auf die einzelnen Räder (1, 7) derart, daß das Eigenlenkverhalten des Fahrzeugs durch Aufprägen eines Giermoments beispielsweise abhängig von der Querbeschleunigung des Fahrzeugs oder abhängig von der Größe eines durch Seitenwind erzeugten Windgiermoments gesteuert wird. Durch Messen der Radlast der einzelnen angetriebenen Räder können die Haftungsgrenzen der Räder erfaßt und die Elektromotoren im Sinne einer Traktionsverbesserung gesteuert werden.



Die Erfindung betrifft eine Antriebsanordnung für ein nicht schienengebundenes Kraftfahrzeug mit jeweils zumindest einem angetriebenen Rad auf beiden Seiten seiner Fahrzeuggängsachse.

Üblicherweise treibt die Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs die Räder der Antriebsachse gegebenenfalls auch sämtlicher Antriebsachsen über ein mechanisches Getriebe an. Für den Drehzahlausgleich der Räder jeder Antriebsachse während einer Kurvenfahrt sorgt ein mechanisches Differentialgetriebe. Das Eigenlenkverhalten und die Querdynamik des Kraftfahrzeugs wird in erster Linie durch ein mehr oder weniger aufwendige Konstruktion des Fahrwerks bestimmt.

Aus "VDI-Berichte" Nr. 878, 1991, Seiten 611 bis 622 ist es bekannt, die beiderseits der Fahrzeuggängsachse angeordneten Räder jeder Antriebsachse eines Kraftfahrzeugs durch gesonderte Elektromotoren anzutreiben, die aus einem direkt von der Brennkraftmaschine angetriebenen elektrischen Generator gespeist werden. Eine elektronische Steuerung steuert die Größe der den einzelnen Elektromotoren aus den Generator zugeführten elektrischen Leistung. Eine solche Antriebsanordnung benötigt kein mechanisches Schaltgetriebe und auch kein Differentialgetriebe. Durch Steuerung der Elektromotoren lassen sich Sonderfunktionen, wie z. B. eine Schleuderschutzregelung, realisieren.

Es ist Aufgabe der Erfindung eine Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, die eine elektrisch steuerbare Beeinflussung des Eigenlenkverhaltens und/oder der Querstabilität des Kraftfahrzeugs ermöglicht.

Die Erfindung geht von einer Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug mit jeweils zumindest einem angetriebenen Rad auf beiden Seiten seiner Fahrzeuggängsachse aus und umfaßt allgemein eine Brennkraftmaschine, eine von der Brennkraftmaschine angetriebene elektrische Generatoranordnung, je einen Elektromotor für jedes der angetriebenen Räder und eine die Größe der den einzelnen Elektromotoren aus der Generatoranordnung zugeführten elektrischen Leistung steuernde elektronische Steuerung. Bei einer solchen Antriebsanordnung ist erfahrungsgemäß vorgesehen, daß der Steuerung Mittel zugeordnet sind, die die Größe der momentanen Radlast jedes der angetriebenen Räder erfassen und daß die Steuerung, die jedem Elektromotor zugeführte elektrische Leistung abhängig von der erfaßten momentanen Radlast des von dem Elektromotor angetriebenen Rads steuert.

Ausgangspunkt der Erfindung ist die Überlegung, daß die von einem angetriebenen Rad maximal auf die Fahrbahn übertragbare Radkraft nicht nur von dem momentanen Reibungskoeffizienten zwischen Rad und Fahrbahn abhängt, sondern auch von der von dem Rad auf die Fahrbahn ausgeübten Normalkraft und damit der Last, mit der das Fahrzeug sowohl statisch als auch dynamisch das Rad quer zur Fahrbahn belastet. Je größer die Radlast ist, desto größer ist die von dem Rad längs der Fahrbahn übertragbare resultierende Radkraft. Die resultierende Radkraft setzt sich hierbei aus einer in Umfangsrichtung des Rads gerichteten, durch das Antriebsmoment des Elektromotors und den dynamischen Radradius bestimmten Antriebskraftkomponente und einer senkrecht zur Antriebskraftkomponente gerichteten Seitenführungskraftkomponente zusammen. Solange die resultierende Radkraft kleiner ist als der in erster Näherung durch das Produkt aus Reibungskoeffizient und Radlast nach der Kammschen Re-

gel bestimmte Maximalwert, kommt es weder in Richtung der Antriebskraftkomponente noch in Richtung der Seitenführungskraftkomponente zu Radschlupf. Da erfahrungsgemäß die den einzelnen Elektromotoren zugeführte elektrische Leistung abhängig von der Radlast der zugeordneten Räder gesteuert wird, kann die von der Generatoranordnung erzeugte elektrische Leistung entsprechend den momentanen Radkraftübertragungseigenschaften auf die einzelnen Elektromotoren verteilt werden. Auf diese Weise läßt sich das Traktionsvermögen insbesondere im Grenzbereich, d. h. bei Annäherung an die maximal übertragbaren Radkräfte optimieren.

In einer bevorzugten Ausgestaltung erhöht die Steuerung zweckmäßigerweise die den einzelnen Elektromotoren zugeführte elektrische Leistung mit zunehmender Radlast des von dem Elektromotor angetriebenen Rads bzw. erniedrigt die elektrische Leistung mit abnehmender Radlast. Die Steuerung hält hierbei die von der Generatoranordnung an sämtliche Elektromotoren insgesamt gelieferte elektrische Leistung auf einem beispielsweise vom Fahrer über ein Fahrpedal vorgegebenen Wert und steuert lediglich die Aufteilung der elektrischen Leistung auf die Elektromotoren abhängig von der Radlast der angetriebenen Räder. Auf diese Weise läßt sich bereits vor der Annäherung an Grenzsituationen, bei welchen einzelne der angetriebenen Räder zu schlupfen beginnen die Aufteilung der Antriebsmomente auf die angetriebenen Räder verändern, ohne daß Traktionseinbußen insgesamt hingenommen werden müßten.

In einer bevorzugten Ausgestaltung sind der Steuerung Mittel zugeordnet, die abhängig von der Radlast einen Maximalwert der von jedem angetriebenen Rad übertragbaren resultierenden Radkräfte vorgeben oder ermitteln, wobei die Steuerung die jedem Elektromotor zugeführte elektrische Leistung so steuert, daß die in Umfangsrichtung des von dem Elektromotor angetriebenen Rads gerichtete Antriebskraftkomponente der resultierenden Radkraft und/oder die senkrecht zur Antriebskraftkomponente der resultierenden Radkraft kleiner als der Maximalwert ist. Der Maximalwert der resultierenden Radkräfte kann beispielsweise in Form gespeicherter Kennlinienfelder für unterschiedliche Reibungskoeffizienten vorgegeben sein, die beispielsweise abhängig von der Fahrbahnbeschaffenheit (vereist, naß, trocken) ausgewählt werden. Die Maximalwerte der resultierenden Radkräfte können aber auch durch geeignete Meßverfahren, wie sie beispielsweise bei herkömmlichen Antislipfregelungen oder Antiblockierregelungen eingesetzt werden, bestimmt werden. Bei der vorstehenden Ausgestaltung wird durch Steuerung der dem Elektromotor zugeführten elektrischen Leistung das Antriebsmoment des Elektromotors und damit die in Umfangsrichtung des Rads gerichtete Antriebskraftkomponente der resultierenden Radkraft beeinflußt. Die Steuerung durch Reduktion der Antriebskraftkomponente erfolgt so, daß die resultierende Radkraft und damit auch die Seitenführungskraftkomponente kleiner als der vorstehend erwähnte Maximalwert wird, wodurch sichergestellt wird, daß das Kraftfahrzeug die Seitenführung nicht verliert.

Bei den vorstehenden Ausgestaltungen sorgt die Steuerung wiederum zweckmäßigerweise dafür, daß bei Überschreitung des Maximalwert der Radkräfte eines der angetriebenen Räder das von dem Elektromotor dieses Rads gelieferte Antriebsmoment gemindert und

zugleich das Antriebsmoment des Elektromotors wenigstens eines weiteren Rads, vorteilhafterweise jedoch sämtlicher weiterer Räder erhöht wird, um so trotz Annäherung an die Haftgrenze zunächst die vom Fahrer insgesamt vorgegebene Leistung nicht mindern zu müssen.

Bei den die Radlast erfassenden Mitteln kann es sich um an den Radaufhängungskomponenten der angetriebenen Räder angeordnete Sensoren handeln, die jeweils eine die Radlast repräsentierende Größe, insbesondere die von einer Radfederung oder/und einem Stoßdämpfer übertragene Kraft direkt messen. In ähnlicher Weise können auch beispielsweise bei hydraulischen oder pneumatischen Federungen die Drücke des Federungsmediums direkt gemessen werden.

Aber auch eine indirekte Messung der Radlast durch die Radlast erfassungsmittel ist möglich, wenn Sensoren vorgesehen sind, die jeweils eine von der Radlast abhängige Größe, insbesondere den von der Radlast abhängigen Einfederungsweg nach Größe und/oder zeitlicher Änderung erfassen und hiervon abhängig eine die Radlast repräsentierende Größe errechnen. Die von der Radlast abhängige Größe des Einfederungswegs liefert in Kenntnis der Federungskonstanten der Radfederung die statische Komponente der Radlast, während aus der zeitlichen Änderung und dem Beschleunigungsverhalten Kräfte ermittelt werden können, die von Stoßdämpfern der Radaufhängung dynamisch hervorgerufen werden.

Unter dem vorstehend erläuterten Aspekt erlaubt die Erfindung eine Traktionsmaximierung. Ein zweiter Aspekt der Erfindung, der unabhängig von Antriebsanordnungen mit einer radlastabhängigen Steuerung der Elektromotorleistung eingesetzt werden kann, betrifft das Eigenlenkverhalten des Fahrzeugs während einer Kurvenfahrt. Diesem zweiten Aspekt liegt die Überlegung zugrunde, daß sich durch unterschiedliche Aufteilung der Elektromotorleistungen und damit der Antriebsmomente auf Räder beiderseits der Fahrzeulgängsachse die Querdynamik des Fahrzeugs und insbesondere das Eigenlenkverhalten bei Kurvenfahrten beeinflussen läßt. Unter dem zweiten Aspekt ist es deshalb Aufgabe der Erfindung, eine Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, dessen Eigenlenkverhalten insbesondere bei Kurvenfahrten auf elektrischem Weg variiert werden kann.

Wiederum ausgehend von einer Antriebsanordnung der bereits vorstehend erläutert grundlegenden Art wird dies unter dem zweiten Aspekt der Erfindung dadurch erreicht, daß der Steuerung Mittel zugeordnet sind, die eine Kurvenfahrt erfassen und daß die Steuerung während der Kurvenfahrt die Aufteilung der den Elektromotoren von auf gegenüberliegenden Seiten der Fahrzeulgängsachse angeordneten Rädern zugeführten elektrischen Leistung zur Erzeugung eines das Eigenlenkverhalten beeinflussenden Giermoments ändert.

Die Steuerung bestimmt die Aufteilung der Elektromotorleistung auf beide Seiten der Fahrzeulgängsachse und damit die Größe des um die Hochachse wirkenden Giermoments. Das Giermoment wird so bemessen, daß sich in weiten Bereichen ein neutrales Fahrverhalten ergibt, welches erst in Grenzbereichen, d. h. vor dem Ausbrechen des Fahrzeugs in ein leicht untersteuerndes Verhalten übergeht. Die Größe des zu erzeugenden Giermoments kann abhängig von der Größe der momentanen Radlasten oder aber abhängig von der momentanen Querbeschleunigung des Fahrzeugs gesteuert werden. Die Erfassung der Radlasten hat den Vor-

teil, daß die momentane Lastverteilung auf dem Kraftfahrzeug, die sich beispielsweise bei unterschiedlicher Besetzung des Fahrzeugs ändern kann, berücksichtigt wird. Die von der Querbeschleunigung des Fahrzeugs abhängige Steuerung des Giermoments trägt der mit wachsender Kurvengeschwindigkeit sich ändernden Querdynamik Rechnung. Aufgrund der durch Querbeschleunigungen des Fahrzeugs hervorgerufenen Wankneigung des Fahrzeugs läßt sich die Querbeschleunigungsabhängigkeit des Giermoments auch durch eine radlastabhängige Steuerung realisieren.

In beiden Varianten steuert die Steuerung die den Elektromotoren zugeführten elektrischen Leistungen zweckmäßigerweise so, daß sie das Antriebsmoment an zumindest einem Rad auf der kurvenäußersten Seite der Fahrzeulgängsachse erhöht und/oder das Antriebsmoment an zumindest einem Rad an der kurveninneren Seite der Fahrzeulgängsachse erniedrigt. Das Verhältnis der Erhöhung kann von der Radlast oder der Querbeschleunigung abhängig sein oder aber einen konstanten, die Fahrwerkgeometrie des Fahrzeugs berücksichtigenden Wert haben. Zweckmäßigerweise wird in diesem Zusammenhang die elektrische Leistung der Elektromotoren von gemeinsam einer Antriebsachse zugeordneten Rädern so gesteuert, daß das Verhältnis des Antriebsmoments des kurvenäußersten Rads der Antriebsachse zum Antriebsmoment des kurveninneren Rads dieser Antriebsachse im wesentlichen einen vorgegebenen Wert größer 1 hat. Das zusätzliche Giermoment unterstützt damit die Kurvenwilligkeit. Bei Fahrzeugen mit mehreren Antriebsachsen, beispielsweise Fahrzeugen mit Vierradantrieb kann darüber hinaus die Kurvenwilligkeit dadurch verbessert werden, daß die Steuerung die elektrische Leistung der Elektromotoren der vorderen und der hinteren Antriebsachse so steuert, daß das Verhältnis der Summe der Antriebsmomente der hinteren Antriebsachse zur Summe der Antriebsmomente der vorderen Antriebsachse im wesentlichen einen vorgegebenen Wert hat. Der vorgegebene Wert liegt in diesem Fall beispielsweise in einem Bereich zwischen 0,5 und 1 bei Fahrzeugen, deren Schwerpunkt um nicht mehr als 1/10 des Achsabstands von der Mittenposition zwischen den Achsen abweicht und in der Längsmittellebene des Fahrzeugs liegt. Bei dieser Art der Aufteilung der Antriebsmomente zwischen vorderer Antriebsachse und hinterer Antriebsachse wird das Antriebsmoment der Vorderachse zu Lasten der Hinterachse erhöht.

In jeder der vorstehenden Varianten wird jedoch unter dem Gesichtspunkt maximaler Traktion während der Kurvenfahrt zweckmäßigerweise dafür gesorgt, daß die Steuerung die den einzelnen Elektromotoren zugeführte elektrische Leistung so steuert, daß die Summe der Antriebsmomente der Elektromotoren sämtlicher angetriebener Räder bei einer Änderung der elektrischen Leistung der einzelnen Elektromotoren im wesentlichen konstant bleibt. Die Erniedrigung des Antriebsmoments eines der Elektromotoren bedingt damit die Erhöhung des Antriebsmoments des Elektromotors eines anderen angetriebenen Rads.

Für die von der Querbeschleunigung abhängige Steuerung der Aufteilung der elektrischen Leistung auf die einzelnen Elektromotoren und/oder die Steuerung des Verhältnisses der Antriebsmomente der angetriebenen Räder sind der Steuerung zweckmäßigerweise Mittel zugeordnet, die die auf das Kraftfahrzeug wirkende Querbeschleunigung nach Größe und/oder Richtung erfassen. Um die Kurvenwilligkeit mit wachsender Querbeschleunigung zu erhöhen, ist in einer bevorzugten

Ausgestaltung vorgesehen, daß die Steuerung das Verhältnis des Antriebsmoments eines kurvenäußeren Rads zum Antriebsmoment eines kurveninneren Rads derselben Antriebsachse mit wachsender Querbeschleunigung vergrößert. Zugleich oder alternativ kann vorgesehen sein, daß das Verhältnis des Antriebsmoments eines vorderen Rads zum Antriebsmoment eines hinteren Rads auf der selben Seite der Fahrzeulgängsachse mit wachsender Querbeschleunigung erhöht wird. Auch hier wird bevorzugt dafür gesorgt, daß die Summe der Antriebsmomente sämtlicher angetriebener Räder entsprechend der Leistungsangabe des Fahrers konstant bleibt um eine maximale Traktion sicherzustellen.

Bei den Mitteln zur Erfassung der Querbeschleunigung kann es sich um wenigstens einen unmittelbar die Querbeschleunigung messenden Querbeschleunigungssensor handeln. Der Querbeschleunigungssensor ist zweckmäßigerweise im Bereich der vorderen Räder angeordnet, um möglichst frühzeitig Querbeschleunigungsinformationen zu erhalten. Alternativ können die Mittel zur Erfassung der Querbeschleunigung auch abhängig von der mittels Sensoren erfaßten Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs und dem Lenkwinkel gelenkter Räder des Kraftfahrzeugs errechnet werden. Es versteht sich, daß zur Unterstützung des Lenkverhaltens auch Längsbeschleunigungssensoren vorhanden sein können.

Eine weitere Maßnahme, durch die das Lenkverhalten verbessert werden kann, besteht darin, daß der Steuerung Mittel zugeordnet sind, die den Lenkwinkel und/oder eine seitliche Änderung des Lenkwinkels gelenkter Räder des Kraftfahrzeugs erfassen und daß die Steuerung die wenigstens einem Elektromotor zugeführte elektrische Leistung so steuert, daß bei Beginn des Lenkvorgangs bis zum Erreichen einer stationären Kurvenfahrt ein die Einleitung des Lenkvorgangs unterstützendes Giermoment erzeugt wird. Durch diese Maßnahme kann die Ansprechempfindlichkeit der Lenkung verbessert werden, wobei das den Lenkvorgang unterstützende Giermoment bei Erreichen der stationären Kurvenfahrt, bei welcher sich der Lenkwinkel nicht mehr verändert, wieder verschwindet. Es versteht sich, daß dieses Giermoment ggf. zusätzlich zu Giermomentkomponenten, die nach anderen Prinzipien zur Verbesserung der Kurvenwilligkeit erzeugt werden, erzeugt werden kann.

Ein dritter Aspekt der Erfindung, der ebenfalls zusätzlich oder auch alternativ zu den beiden vorstehenden Aspekten der Erfindung bei einer Antriebsanordnung der vorstehenden Art mit Einzelradmotoren vorgesehen sein kann, betrifft die Verbesserung der Fahrrichtungsstabilität des Kraftfahrzeugs bei Seitenwind. Fahrtrichtungsabweichungen infolge von Seitenwind lassen sich beträchtlich vermindern, wenn der Steuerung Mittel zugeordnet sind, die ein durch Seitenwind hervorgerufenes Windgiermoment erfassen und die Steuerung die elektrische Leistung zumindest eines der Elektromotoren so ändert, daß ein dem Windgiermoment entgegenwirkendes Giermoment bezogen auf die Hochachse des Kraftfahrzeugs entsteht. Die Steuerung kann hierbei zur Erzeugung des entgegenwirkenden Giermoments die elektrische Leistung der Elektromotoren so steuern, daß das Antriebsmoment zumindest eines Rads auf einer Seite der Fahrzeulgängsachse erhöht und/oder das Antriebsmoment zumindest eines Rads auf der anderen Seite der Fahrzeulgängsachse erniedrigt wird. Ähnlich den Maßnahmen zur Verbesserung der Kurvenwilligkeit kann, falls erforderlich das An-

triebsmoment bis in den Bereich eines sich umkehrenden Antriebsmoments, d. h. eines Bremsmoments erniedrigt werden.

Die das Windgiermoment erfassenden Mittel können mehrere in Richtung der Fahrzeulgängsachse in Abstand voneinander, beispielsweise im Bereich der Seitenflächen des Fahrzeugs angeordnete Staudrucksensoren umfassen. Das Windgiermoment läßt sich aber auch mit Hilfe eines Giergeschwindigkeitsensors und/oder wenigstens eines die Quer- und/oder Längsbeschleunigung des Kraftfahrzeugs messenden Beschleunigungssensors ermitteln. Um unterscheiden zu können, ob das von Beschleunigungssensoren ermittelte Giermoment durch eine Kurvenfahrt hervorgerufen wird, kann zusätzlich der Lenkeinschlag gelenkter Räder des Fahrzeugs überwacht werden.

Ein vom Fahrer während einer Kurvenfahrt, beispielsweise durch Loslassen des Gaspedals, hervorgerufener Lastwechsel kann zum Ausbrechen des Fahrzeugs führen, wenn hierdurch die Haftgrenze der Räder überschritten wird. Ein vierter Aspekt der Erfindung, der sowohl zusätzlich als auch alternativ zu den bereits vorstehend erläuterten Aspekten bei einer Antriebsanordnung mit elektrischen Einzelradantrieb verwirklicht werden kann, betrifft die Stabilitätserhöhung des Fahrzeugs um dessen Hochachse bei einer vom Fahrer während einer Kurvenfahrt gewünschten Antriebsmomentänderung. Hierzu ist bei einer Antriebsanordnung mit wenigstens zwei Antriebsachsen, d. h. beispielsweise bei einem Fahrzeug mit Vierradantrieb vorgesehen, daß die Steuerung auf eine Änderung der Fahrpedalstellung anspricht und zumindest während eines Teils der durch die Änderung der Fahrpedalstellung bestimmten Beschleunigungsphase die Aufteilung der elektrischen Leistung zwischen den Elektromotoren der vorderen Antriebsachse und den Elektromotoren der hinteren Antriebsachse ändert und das Verhältnis der Antriebsleistung der vorderen Antriebsachse zur Antriebsleistung der hinteren Antriebsachse insbesondere erhöht. Wird bei einer vom Fahrer gewünschten Antriebsmomentänderung während der Kurvenfahrt das Verhältnis der Antriebsleistungen von vorderer Antriebsachse zu hinterer Antriebsachse zusätzlich zu der gewünschten Antriebsmomentänderung zugunsten der vorderen Antriebsachse geändert, so bewirkt dies insbesondere bei Annäherung an die Haftgrenze der Räder eine Stabilitätserhöhung des Fahrzeugs um seine Hochachse. Die Leistungsaufteilung zugunsten der Vorderachse bewirkt ein Untersteuern des Fahrverhaltens, so daß sich das Fahrzeug bei Annäherung an die Haftgrenze leichter beherrschen läßt.

Die Steuerung kann zum Erfassen einer Kurvenfahrtbedingung geeignete Mittel umfassen, beispielsweise Sensoren die auf den Lenkwinkel ansprechen oder aber Querbeschleunigungssensoren oder dergleichen. Die Änderung der Fahrpedalstellung bewirkt eine Änderung der gesamten Antriebsleistung. Es hat sich als zweckmäßig herausgestellt, wenn die Aufteilung der Antriebsleistungen zwischen vorderer Antriebsachse und hinterer Antriebsachse abhängig von der Richtung der Fahrpedalstellungsänderung erfolgt. Wird die Fahrpedalstellung zur Ruhestellung hin geändert, so wird bevorzugt das Antriebsmoment der hinteren Antriebsachse für die Neuauflistung der Antriebsleistungen gemindert. Im umgekehrten Fall bei einer Änderung der Fahrpedalstellung zu deren Vollaststellung hin wird zweckmäßigerweise das Antriebsmoment der vorderen Antriebsachse erhöht. Die Antriebsleistung der jeweils

anderen Antriebsachse bleibt beispielsweise konstant.

Die Umverteilung der Antriebsleistung zugunsten der vorderen Antriebsachse kann zeitlich begrenzt sein, beispielsweise auf eine Zeitspanne in der sich der Fahrer auf die durch die Lastwechselreaktion entstehende Fahrsituation einstellen kann oder aber bis zum Erreichen eines neuen stationären Fahrzustands. Die Steuerung kann hierzu Zeitbegrenzungsmittel, beispielsweise Zeitglieder oder dergleichen umfassen.

In einer Variante kann die Steuerung Mittel zur Begrenzung der Geschwindigkeit der auf die Änderung der Fahrpedalstellung folgenden Änderung des Leistungsverhältnisses zwischen vorderer und hinterer Antriebsachse umfassen. Zweckmäßigerweise geben diese Mittel die Änderungsgeschwindigkeit des Leistungsverhältnisses vor, so daß sich die vom Fahrer gewünschte Lastwechselreaktion nur allmählich einstellt. Auch kann die Änderungsgeschwindigkeit von der Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs abhängen, beispielsweise derart, daß mit wachsender Fahrgeschwindigkeit die Änderungsgeschwindigkeit des Leistungsverhältnisses zunimmt.

Ein fünfter, wiederum zusätzlich oder alternativ zu den vorstehend erläuterten Aspekten einsetzbarer Aspekt der Erfindung betrifft die Kurvenstabilisierung des Fahrzeugs für den Fall, daß während einer Kurvenfahrt ein Systemfehler der elektrischen Komponenten der Antriebsanordnung, insbesondere der Antriebsmomentenregelung auftritt. Systemfehler dieser Art können, je nach dem welche Wichtigkeit sie haben, abhängig von der momentanen Fahrsituation eine unveränderte Fortsetzung der Kurvenfahrt zulassen oder aber zum Ausbrechen des Fahrzeugs führen. Ein Fehler in einer der elektrischen Komponenten der Antriebsanordnung führt in der Regel zu einer Änderung des Antriebsmoments an einem oder mehreren angetriebenen Rädern und damit zu einer Lastwechselreaktion. Unter diesem Aspekt ist es Aufgabe der Erfindung, die Fahrfähigkeit des Kraftfahrzeugs bei einem Systemfehler seiner elektrischen Komponenten soweit als möglich aufrechtzuerhalten, ohne daß es zu nicht mehr beherrschbaren Fahrzuständen kommt.

Ausgehend von einer Antriebsanordnung der bereits erläuterten gattungsgemäßen Art wird dies dadurch erreicht, daß der Steuerung Mittel zugeordnet sind, die Systemfehler der elektrischen Komponenten der Antriebsanordnung erfassen, daß der Steuerung ferner Mittel zugeordnet sind, die eine Kurvenfahrt des Fahrzeugs erfassen und daß die Steuerung bei Auftreten eines Systemfehlers während der Kurvenfahrt die zumindest einen Teil der Elektromotoren zugeführte elektrische Leistung reduziert. Die Reduktion kann sofort und in vollem Umfang erfolgen oder aber mit einer vorgegebenen Änderungsgeschwindigkeit, die noch dazu von der Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs abhängt und sich mit wachsender Fahrgeschwindigkeit erhöht. Insbesondere in der letztgenannten Version können zu nicht mehr beherrschbaren Fahrzuständen führende Lastwechselreaktionen gut verhindert werden, da der Fahrer durch die Leistungsreduzierung nicht überrascht wird.

Das Ausmaß der Leistungsreduzierung wird zweckmäßigerweise davon abhängig gesteuert, welches Rad von dem Systemfehler betroffen ist. Da das hintere kurveninnere Rad während der Kurvenfahrt in der Regel das geringste Antriebsmoment überträgt, während das vordere kurvenäußere Rad am höchsten belastet ist, nimmt die Leistungsreduzierung zweckmäßigerweise in

der Reihenfolge hinteres kurveninneres Rad, vorderes kurveninneres Rad und/oder hinteres kurvenäußeres Rad sowie vorderes kurvenäußeres Rad zu. In dieser Abstufung kann das vordere kurveninnere Rad und das hintere kurvenäußere Rad gleichwertig oder aber in der Wertigkeit vertauscht sein.

Soweit bei den vorstehenden Erläuterungen auf eine Generatoranordnung Bezug genommen wird, kann es sich um einen einzelnen Generator handeln, der sämtliche Elektromotoren gemeinsam speist oder aber um eine Mehrzahl gemeinsam von der Brennkraftmaschine angetriebene Generatoren, die jeweils nur einen oder eine Teilanzahl der Elektromotoren treiben. Bei der elektronischen Steuerung handelt es sich zweckmäßigerweise um eine Programmsteuerung beispielsweise in Form eines Mikroprozessors oder dergleichen, die in an sich bekannter Weise über Stromsteuerelemente den aus der Generatoranordnung den Elektromotoren zugeführten Strom bei vorzugsweise konstanter Spannung steuert.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigt:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Anordnung zur Erfassung von Radlasten des Kraftfahrzeugs;

Fig. 3 und 4 Kraftdiagramme zur Erläuterung der Erfindung;

Fig. 5 ein Diagramm, das die Abhängigkeit der Antriebsmomente  $M$  von der Querbeschleunigung  $b$  des Kraftfahrzeugs zeigt;

Fig. 6 ein Diagramm, daß die Abhängigkeit des Antriebsmoments  $M$  von der Zeit  $t$  im Falle eines Systemfehlers der Antriebsanordnung zeigt und

Fig. 7 ein Diagramm, daß die Abhängigkeit einer Zeitkonstante  $t_1$  in Fig. 6 von der Fahrgeschwindigkeit  $v$  des Kraftfahrzeugs zeigt.

Fig. 1 zeigt schematisch die Antriebsanordnung eines vierradgetriebenen, nicht schienengebundenen Kraftfahrzeugs mit einer zwei lenkbare Räder 1 beiderseits einer den Fahrzeugschwerpunkt enthaltenden Fahrzeuggängsachse umfassenden Vorderachse 3 und einer Hinterachse 5 ebenfalls mit Rädern 7 beiderseits der Fahrzeuggängsachse. Jedem der Räder 1, 7 ist ein gesonderter Elektromotor 9 zugeordnet, der das Rad 1 bzw. 7 direkt antreibt. Die elektrische Leistung der Elektromotoren 9 wird aus einem elektrischen Generator 11 zugeführt, der direkt von einer Brennkraftmaschine 13 angetrieben wird. Der Generator 11, bei dem es sich um einen Wechselstromgenerator handeln kann, speist über eine Generatorstromsteuerung 15 einen Gleichstromzwischenkreis 17, an den jeder der Elektromotoren 9 über eine gesonderte Motorstromsteuerung 19 angegeschlossen ist. Die Generatorstromsteuerung 15 und die Motorstromsteuerungen 19 werden von einer Fahrsteuerung 21 in nachfolgend noch näher erläuteter Weise abhängig von der mittels eines Sensors 23 erfaßten momentanen Stellung eines Fahrpedals 25, d. h. abhängig von der vom Fahrer des Kraftfahrzeugs gewünschten Antriebsleistung einerseits und andererseits abhängig von der mittels nachfolgend erläuteter Sensoren erfaßten Fahrsituation gesteuert. Die Fahrsteuerung 21 steuert den von der Generatorstromsteuerung 15 bei konstant gehaltener Generatorausgangsspannung an den Gleichstrom-Zwischenkreis 17 gelieferten Strom abhängig von der gewünschten Fahrleistung und steuert darüber hinaus über einen Stellantrieb 27 einer Drosselklappe oder einer Einspritzpumpe der Brenn-

65  
60  
55  
50  
45  
40  
35  
30  
25  
20

kraftmaschine 13 deren Drehmoment und/oder Drehzahl. Es versteht sich, daß der Fahrsteuerung 21 hierzu geeignete Rückmeldesignale des Generators 11 und der Brennkraftmaschine 13 zugeführt werden. Für die Regelung benötigte Kennlinienfelder der Brennkraftmaschine 13 und des Generators 11 sind in einem Datenspeicher 29 der Fahrsteuerung 21 gespeichert. Die Fahrsteuerung 21 steuert darüber hinaus die Aufteilung des von der Generatorstromsteuerung 15 gelieferten Gesamtstroms auf die einzelnen Elektromotoren 9 mittels der als Stromsteller arbeitenden Motorstromsteuerungen 19. Für die Aufteilung benötigte Kennlinienfelder und Daten sind ebenfalls in dem Datenspeicher 29 gespeichert.

Die Möglichkeit der vorstehend erläuterten Antriebsanordnung das Antriebsmoment jedes Rads für sich in wählbarer Weise vorzugeben, ermöglicht weitgehende Korrekturen des Fahrverhaltens und insbesondere eine Beeinflussung der Querdynamik des Fahrzeugs speziell in Grenzsituationen. Durch geeignete Auslegung der Fahrsteuerung 21 kann ein in weiten Grenzen neutrales Fahrverhalten auch bei höherer Querbeschleunigung erreicht werden, das erst im Grenzbereich der Radhaftung zu einem leicht untersteuernden Verhalten führt und dem Fahrer die nahende Haftgrenze signalisiert. Aufgrund dieser Charakteristik bleibt das Fahrzeug auch bei Überschreiten der Haftgrenze insgesamt leicht beherrschbar.

Unter einem ersten Aspekt sorgt die Fahrsteuerung 21 dafür, daß das Fahrzeug mit maximaler Traktion näher als bisher an die Haftgrenze herangeführt werden kann, wodurch frühzeitiges Ausbrechen des Fahrzeugs bei einer Kurvenfahrt verhindert werden kann. Zur Erklärung des hierbei benutzten Prinzips soll zunächst anhand von Fig. 3 auf die bei einer Kurvenfahrt auftretenden Radkräfte näher eingegangen werden. Fig. 3 zeigt die bei Annäherung an die Haftungsgrenze des Vierradgetriebenen Fahrzeugs nach Fig. 1 an den Rädern 1 der Vorderachse 3 und den Rädern 7 der Hinterachse 5 auftretenden resultierenden Kräfte  $F_R$ , wobei die jeweils kurveninneren Räder mit einem Index i und die jeweils kurvenäußeren Räder mit einem Index a bezeichnet sind. Die resultierenden Kräfte  $F_R$  sind im dargestellten Beispiel jeweils gleich groß und setzen sich jeweils aus einer durch Multiplikation mit dem dynamischen Raddurchmesser das Antriebsmoment des Rads bestimmenden Antriebskraftkomponente  $F_A$  in Umfangsrichtung des Rads und einer Seitenführungskraftkomponente  $F_s$  senkrecht dazu zusammen. Der Maximalwert, der zwischen dem Rad und der Fahrbahn übertragbaren Kräfte, wird durch den in Fig. 3 für jedes Rad bei 31 dargestellten Kammschen Kreis in idealisierter Form festgelegt. Der Kammsche Kreis folgt der Beziehung

$$\sqrt{F_A^2 + F_s^2} \leq \mu \cdot F_L \quad (1)$$

wobei  $F_A$  die in Umfangs- bzw. Längsrichtung wirkende Antriebskraft,  $F_s$  die Seitenführungskraft und  $F_L$  die normal zur Fahrbahn wirkende Radlast ist.  $\mu$  ist der von der Fahrbahn und dem Reifen des Rads abhängige Reibbeiwert, der unter anderem von der Fahrbahnbeschaffenheit abhängt. Der Radius des Kammschen Kreises 31 hängt damit ebenfalls von der Fahrbahnbeschaffenheit ab, wie dies in Fig. 3 für das kurvenäußere Vorderrad 1a bei  $\mu_1$  für trockene Fahrbahn und bei  $\mu_2$  für nasse Fahrbahn dargestellt ist. Die Beziehung berück-

sichtigt, daß die resultierende Radkraft  $F_R$  entsprechend dem Coulombschen Reibungsgesetz von der Radlast  $F_L$  abhängt.

$$5 \quad F_R = F_L \cdot \mu \quad (2)$$

Die Gleichung (1) liefert damit einen Zusammenhang, der es ermöglicht, in Kenntnis der Radlast  $F_L$  und des Reibbeiwerts  $\mu$  das Antriebsmoment des Rads und damit sowohl die Antriebskraftkomponente  $F_A$  als auch die Seitenführungskraftkomponente  $F_s$  so zu beeinflussen, daß die resultierende Radkraft  $F_R$  stets innerhalb des Kammschen Kreises bleibt, das Rad also nicht auf der Fahrbahn zu gleiten beginnt.

15 Fig. 3 zeigt die Verhältnisse bei einem herkömmlichen vierradgetriebenen Kraftfahrzeug bei einer Kurvenfahrt kurz vor dem Ausbrechen des Fahrzeugs. Die Querbeschleunigung während der Kurvenfahrt übt auf das Fahrzeug ein durch einen Pfeil 33 angedeutetes 20 Wankmoment um die den Fahrzeugschwerpunkt 35 enthaltende Fahrzeuggängsachse 37 aus. Das Wankmoment erhöht auf der kurvenäußeren Seite die Radlasten der kurvenäußeren Räder 1a und 7a, während die kurveninneren Räder 1i und 7i entlastet werden. Der Zunahme bzw. Abnahme der Radlast entspricht, wie Fig. 3 25 zeigt, eine Radiusvergrößerung des Kammschen Kreises auf der kurvenäußeren Seite bzw. eine Radiusverkleinerung auf der kurveninneren Seite. Darüber hinaus erzeugen die an den Vorderrädern angreifenden Lenkkräfte ein Nickmoment des Fahrzeugs, durch das die Radlasten der Vorderräder gegenüber den Radlasten der Hinterräder erhöht werden. Dementsprechend sind die Radien der Kammschen Kreise der Vorderräder jeweils größer als die Radien der auf der gleichen Seite 30 der Längsachse 37 sich befindenden Hinterräder. Wie Fig. 3 zeigt kann damit das kurvenäußere Vorderrad jeweils die größte Radkraft übertragen, während das kurveninnere Hinterrad die kleinste Radkraft übertragen kann.

35 In der in Fig. 3 für ein herkömmliches vierradgetriebenes Kraftfahrzeug bei einer Kurvenfahrt kurz vor dem Ausbrechen des Fahrzeugs dargestellten Situation bleibt die resultierende Radkraft  $F_R$  des kurvenäußeren Vorderrads 1a mit einem Sicherheitsabstand  $\Delta F_R$  innerhalb des Kammschen Kreises und kann ohne Schlupf 40 sowohl die Antriebskraft  $F_A$  als auch die Seitenführungskraft  $F_s$  übertragen. Bei dem kurvenäußeren Hinterrad 7a erreicht die resultierende Radkraft  $F_R$  gerade nicht den Kammschen Kreis mit der Folge, daß das Rad gerade noch an der Fahrbahn haftet. Bei den kurveninneren Rädern 1i und 7i hätte die resultierende Radkraft  $F_R$  den Kammschen Kreis bereits überschritten mit der Folge, daß die Antriebskräfte  $F_A$  und die Seitenführungskräfte  $F_s$  nicht mehr (Räder 1i, 7i) übertragen werden können. Die kurveninneren Räder schlupfen damit bereits sowohl in Antriebsrichtung als auch in Seitenführungsrichtung. Würde auch das kurvenäußere Hinterrad 7a zu schlupfen beginnen, so würde das Fahrzeug ausbrechen.

45 Um die vorstehend erläuterte instabile Fahrsituation zu verhindern, überwacht die Fahrsteuerung 21 kontinuierlich für jedes Rad gesondert, ob die resultierende Radkraft  $F_R$  bzw. die Seitenführungskraft  $F_s$  und die Antriebskraft  $F_A$  der Bedingung des Kammschen Kreises genügt, also kleiner als ein durch das Produkt aus Radlast und Reibbeiwert bestimmter Maximalwert ist. Bei Annäherung an den Maximalwert mindert die Fahrsteuerung 21 das Antriebsmoment des Elektromotors

dieses Rads um einen Betrag  $\Delta F_A$  ggf. zuzüglich eines gewissen Sicherheitsabstands um so die resultierende Radkraft  $F_R$  auf Werte innerhalb des Kammschen Kreises zu reduzieren. Gleichzeitig sorgt die Fahrsteuerung 21 dafür, daß die Summe der Antriebskräfte  $F_A$  bzw. die Summe der Antriebsmomente sämtlicher angetriebener Räder konstant bleibt, um die vom Fahrer gewünschte Antriebsleistung beibehalten zu können. Am Beispiel der Fig. 3 bedeutet dies, daß die Antriebskräfte der kurveninneren Räder 1i und 7i um die jeweiligen Werte  $\Delta F_A$  gemindert und die Antriebskraft des kurvenäußersten Vorderrads 1a als einzigm Rad mit noch steigerungsfähigem Antriebsmoment und diese Minderungswerte erhöht wird. Wird durch diese Umverteilung der Antriebskräfte bzw. Antriebsmomente das in der gegebenen Kurvenfahrsituation maximal übertragbare Antriebsmoment überschritten, im Beispiel der Fig. 3, also der Sicherheitsabstand  $\Delta F_R$  aufgebraucht, so mindert die Fahrsteuerung 21 insgesamt die Leistung der Elektromotoren 9 gegenüber der vom Fahrer gewollten Antriebsleistung. In jedem Fall wird jedoch die maximal mögliche Traktion des Fahrzeugs erreicht.

Die Größe des Reibbeiwerts  $\mu$  kann nach bekannten Methoden, beispielsweise aus Schlupfunterschieden zwischen den Rädern ermittelt werden oder aber über Fahrbahnbeschaffenheitswähl schalter oder dergleichen vorgegeben werden.

Die Radlast  $F_L$  kann mit Hilfe von Sensoren 39 (Fig. 1) für jedes Rad 1 bzw. 7 gesondert ermittelt werden. Fig. 2 zeigt Einzelheiten eines als Kraftmeßsensor ausgebildeten Sensors 39, über den sich ein Chassis 41 des Kraftfahrzeugs an einer Radaufhängungskomponente, hier einem eine Radfederung 43 und einem Stoßdämpfer 45 umfassenden Federbein 47 eines Rads 49 abstützt. Der Sensor 39 erfäßt in diesem Fall unmittelbar eine die Radlast repräsentierende Größe. Alternativ können auch indirekte Meßmethoden vorgesehen sein. Beispielsweise können Kraftmeßsensoren 51 bzw. 53 jeweils direkt im Kraftübertragungsweg der Federung 43 bzw. des Stoßdämpfers 45 angeordnet sein um auch die von dem Stoßdämpfer dynamisch erzeugten Kräfte erfassen zu können. Aus dem mittels eines Wegsensors 55 nach Größe und/oder zeitlicher Änderung erfaßten Einfederungsweg des Federbeins 47 kann die Radlast ebenfalls errechnet werden.

Wie Fig. 4 zeigt, kann dem Fahrzeug durch geeignete Aufteilung der Antriebsmomente auf die auf gegenüberliegenden Seiten der Fahrzeulgängsachse 37 gelegenen Räder 1, 7 ein Giermoment 57 um die senkrecht zur Zeichenebene durch den Schwerpunkt 35 verlaufende Hochachse des Fahrzeugs aufgeprägt werden. Fig. 4 zeigt für den Fall der Geradeausfahrt, daß sich die Antriebskräfte der Räder 1 der Vorderachse 3 um einen Differenzbetrag  $\Delta F_1$  und die Antriebskräfte der Räder 7 der Hinterachse 5 um einen Differenzbetrag  $\Delta F_2$  unterscheiden. Die Differenzbeträge  $\Delta F_1$  und  $\Delta F_2$  erzeugen bei einem Abstand  $r$  der Räder von der den Schwerpunkt 35 enthaltenden Fahrzeulgängsachse 37 ein Giermoment  $M_G$  entsprechend der Beziehung

$$M_G = (\Delta F_1 + \Delta F_2) \cdot r \quad (3)$$

Die Möglichkeit ein wählbares Giermoment zu erzeugen erlaubt es, das Eigenlenkverhalten des Fahrzeugs während einer Kurvenfahrt zu beeinflussen. In der Antriebsanordnung nach Fig. 1 erfaßt ein Lenkwinkelsensor 59 den momentanen Lenkwinkel und die Fahrsteuerung 21 steuert abhängig von dem momentanen

Lenkwinkel die Aufteilung der Antriebsmomente beispielsweise abhängig von einem in dem Datenspeicher 29 gespeicherten Kennlinienfeld so, daß sich ein in weiten Bereichen neutrales Fahrverhalten des Fahrzeugs bei Kurvenfahrten ergibt. Die Antriebsmoment-Aufteilungsstrategie kann hierbei zweckmäßigerweise so gewählt sein, daß das Verhältnis des Antriebsmoments des kurvenäußersten Rads der Vorderachse 3 wie auch der Hinterachse 5 zum jeweils kurveninneren Rad dieser Antriebsachse einen durch Daten des Datenspeichers 29 vorgegebenen Wert größer als 1 hat. Die Fahrsteuerung 21 steuert jedoch nicht nur das Verhältnis der Antriebsmomente der Räder der einzelnen Antriebsachsen, sondern auch das Verhältnis der Summe der Antriebsmomente der Hinterachse 5 zur Summe der Antriebsmomente der Vorderachse 3. Dieses Summenverhältnis wird zweckmäßigerweise so gesteuert, daß es zwischen 0,5 und 1 liegt, sofern der Schwerpunkt 35 in der Fahrzeulgängsmittelebene liegt und das Verhältnis des Abstands  $l_1$  des Schwerpunkts 35 von der Vorderachse 3 zum Achsabstand  $l_0$  zwischen Vorderachse 3 und Hinterachse 5 in einem Bereich zwischen 0,4 und 0,6 liegt. Die das Giermoment beeinflussenden Antriebsmomentverhältnisse können konstant vorgegeben sein; die Verhältnisse können jedoch auch von weiteren Parametern, wie z. B. der Radlastverteilung oder der Querbeschleunigung des Fahrzeugs abhängig variiert werden.

Fig. 5 zeigt ein Beispiel eines für die Beeinflussung des Eigenlenkverhaltens geeigneten, im Datenspeicher 29 gespeicherten Kennlinienfelds, dessen Kennlinien im Verlauf des Antriebsmoments  $M$  der einzelnen Räder in Abhängigkeit von der während einer Kurvenfahrt auftretenden Querbeschleunigung  $b$  des Fahrzeugs. Bei einer Querbeschleunigung  $b = 0$ , zumindest jedoch unterhalb eines Mindestwerts der Querbeschleunigung, d. h. bei im wesentlichen geradeaus fahrender Fahrt wird das Gesamt-Antriebsmoment (100%) zu je 25% auf jedes der vier Räder verteilt. Mit wachsender Querbeschleunigung nimmt das Antriebsmoment  $M_{1a}$  des kurvenäußersten Vorderrads und das Antriebsmoment  $M_{7a}$  des kurvenäußersten Hinterrads zu, während das Antriebsmoment des kurveninneren Vorderrads  $M_{1i}$  und das Antriebsmoment des kurveninneren Hinterrads  $M_{7i}$  abnimmt. Das Antriebsmoment  $M_{1a}$  wächst hierbei mit wachsender Querbeschleunigung rascher an als das Antriebsmoment  $M_{7a}$  des kurvenäußersten Hinterrads. In entsprechender Weise wird das Antriebsmoment  $M_{7i}$  des kurveninneren Hinterrads rascher verringert als das Antriebsmoment  $M_{1i}$  des kurveninneren Vorderrads. Um maximale Traktion zu erreichen ist für jeden Wert der Querbeschleunigung  $b$  die Summe der Antriebsmomente konstant gleich 100% des vom Fahrer am Fahrpedal 25 eingestellten Werts. Dies läßt sich in einfacher Weise dadurch erreichen, daß die Kennlinie für das Antriebsmoment  $M_{1a}$  des kurvenäußersten Vorderrads abhängig von der Querbeschleunigung  $b$  in dem Maß ansteigt, in dem die Kennlinie des Antriebsmoments  $M_{7i}$  des kurveninneren Hinterrads abnimmt. Wie die Kennlinie für das Antriebsmoment  $M_{7i}$  des kurveninneren Hinterrads zeigt, kann sich das Antriebsmoment auch zu Null verringern.

Die Steuerung der Antriebsmomente abhängig von der Querbeschleunigung gemäß Fig. 5 erfolgt zweckmäßigerweise alternativ zu der vorstehend anhand von Fig. 3 erläuterten radlastabhängigen Methode der Antriebsmomentminderung bei Annäherung an die Haftgrenze der Räder. Aber auch bei der Methode der Fig. 5

können die einzelnen Räder auf Radschlupf überwacht werden, um ggf. die den Antriebsräder insgesamt zugeführte Antriebsleistung bei Überschreiten der Haftgrenze im Sinne einer Antischlupfregelung zu mindern.

Zum Erfassen der Querbeschleunigung sind, wie Fig. 1 zeigt, an dem bei 61 strichpunktiert angedeuteten Fahrzeugaufbau ein oder mehrere Querbeschleunigungssensoren 63 angebracht, die die Größe und das Vorzeichen der senkrecht zur Fahrzeulgängsachse gerichteten Querbeschleunigung erfassen. Zweckmäßigerweise ist zumindestens einer der Querbeschleunigungssensoren 63 im Bereich der Vorderachse 3 des Fahrzeugs angeordnet, was den Vorteil rascheren Ansprechens hat. Alternativ zur direkten Erfassung der Querbeschleunigung durch Querbeschleunigungssensoren, kann die Querbeschleunigung auch aus Informationen anderer Sensoren, insbesondere eines die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs erfassenden Sensors 65 und dem Lenkwinkelsensor 59 errechnet werden.

Die vorstehend erläuterten Strategien der Verbesserung des Eigenlenkverhaltens durch Erzeugen eines Giermoments können auch zur Verbesserung der Ansprechempfindlichkeit der Lenkung beim Einlenken zum Beginn einer Kurvenfahrt ausgenutzt werden. Abhängig von dem mittels des Sensors 59 erfaßten Lenkwinkel und/oder die zeitlichen Änderung des Lenkwinkels kann der Beginn des Lenkvorgangs und das Erreichen einer stationären Kurvenfahrt erfaßt werden. Die Fahrsteuerung 21 sorgt dann während dieses Fahrtabschnitts für ein das Einlenken in die Kurve unterstützende Giermoment entsprechend der anhand von Fig. 4 erläuterten Betriebsweise. Es versteht sich, daß der Beginn und das Erreichen der stationären Kurvenfahrt auch mit Hilfe von Beschleunigungssensoren oder dergleichen erfaßt werden kann.

Seitenwindkräfte können auf das Fahrzeug ebenfalls Giermomente ausüben, die die Fahrtrichtungsstabilität des Fahrzeugs beeinflussen. Wie Fig. 1 zeigt, sind an dem Fahrzeug in Fahrzeulgängsrichtung verteilt, mehrere Staudrucksensoren 67 verteilt angeordnet. Die Fahrsteuerung 21 ermittelt aus der Differenz der Staudruckinformationen eine das Windgiermoment repräsentierende Information und steuert die Antriebsmomente der Antriebsräder so, daß ein das Windgiermoment kompensierendes Giermoment aufgebracht wird. Auf diese Weise wird das Fahrzeug um seine Hochachse in der ursprünglichen Fahrtrichtung stabilisiert. Das Windgiermoment kann alternativ auch durch Beschleunigungssensoren, wie z. B. Giergeschwindigkeitsensoren oder sonstige geeignete ein Giermoment erfassende Anordnungen von Beschleunigungssensoren ermittelt werden.

Ändert der Fahrer während einer Kurvenfahrt plötzlich die Fahrpedalstellung, beispielsweise weil er glaubt zu rasch in eine Kurve eingefahren zu sein, worauf er während der Kurvenfahrt das Fahrpedal 25 abrupt losläßt, so kann es zu unerwünschten Lastwechselreaktionen des Fahrverhaltens kommen, die bis hin zum Ausbrechen des Fahrzeugs gehen können. Beispielsweise nickt das Fahrzeug beim Loslassen des Gaspedals an der Vorderachse 3 ein, mit der Folge, daß die Radlast an der Vorderachse erhöht und an der Hinterachse reduziert wird. Hinzu kommt bei konventionellen Antrieben, daß zusätzlich das Bremsmoment der nunmehr im Schubbetrieb arbeitenden Brennkraftmaschine die Hinterräder weiter an die Haftgrenze heranführt, was zu einem Ausbrechen des Fahrzeugs führen kann. Um Lastwechselreaktionen dieser Art zu vermeiden spricht

die Fahrsteuerung 21 während der Kurvenfahrt auf Veränderungen der Fahrpedalstellung an und sorgt für eine Aufteilung der Antriebsmomente zwischen Vorderachse 3 und Hinterachse 5 zugunsten der Vorderachse 3.

- 5 Wird das Antriebsmoment durch Loslassen des Fahrpedals 25 verringert, so wird das Antriebsmoment vorrangig an der Hinterachse 5 verringert, ggf. unter anschließender Verringerung des Antriebsmoments der Vorderachse 3. Wird hingegen das Fahrpedal 25 in Richtung Vollaststellung verändert, so wird das Antriebsmoment vorrangig an der Vorderachse 3 erhöht. Die Veränderung der Aufteilung der Antriebsmomente auf Vorderachse 3 und Hinterachse 5 infolge einer vom Fahrer gewünschten Antriebsmomentänderung wird von der Fahrsteuerung 21 beispielsweise durch ein Zeitglied bis zum Erreichen des neuen stationären Fahrzustands zeitlich begrenzt. Die Umverteilung der Antriebsmomente zugunsten der Vorderachse 3 bewirkt im dynamischen Laständerungsfall eine Stabilitätserhöhung des Fahrzeugs um seine Hochachse und sorgt bei Annäherung an die Haftgrenze der Räder für leicht untersteuerndes Verhalten.

Zu unerwünschten Lastwechselreaktionen kann es auch kommen, wenn sich die Antriebsmomentverteilung aufgrund eines Systemfehlers oder dergleichen der elektrischen Komponenten der Antriebsanordnung während einer Kurvenfahrt ändert. Hierbei sind die Konsequenzen der einzelnen möglichen Fehler für die Fahrsicherheit unterschiedlich, so daß die Fahrsteuerung 21, die die elektrischen Komponenten in herkömmlicher Weise auf Systemfehler überwacht, eine Wertung der Fehler nach Wichtigkeit bzw. Priorität vornimmt. Insbesondere reagiert die Fahrsteuerung 21 unterschiedlich auf Systemfehler abhängig davon, bei welchem Rad sie auftreten. Systemfehler, die zu einem Verlust des Antriebsmoments des kurvenäußersten Vorderrads, welches die höchste Haftungsgrenze hat, führen, beantwortet die Fahrsteuerung 21 mit einer stärkeren Reduzierung des gesamten Antriebsmoments als im Falle des Verlusts des Antriebsmoments des kurveninneren hinteren Rads. Das kurvenäußere hintere Antriebsrad und das kurveninnere vordere Antriebsrad werden in der Prioritätenreihenfolge dazwischenliegend bewertet. Je nach der Art des erkannten Systemfehlers kann die Antriebsleistung insgesamt oder auch nur teilweise reduziert werden. Um Lastwechselreaktionen bei plötzlicher Veränderung möglichst gering zu halten, ist zweckmäßigerweise vorgesehen, daß die Fahrsteuerung 21 das Antriebsmoment einzelner Räder und ggf. das gesamte Antriebsmoment entsprechend einem vorbestimmten Änderungsprofil mit einer festgelegten Zeitkonstante mindert. Fig. 6 zeigt in einem Zeitdiagramm eine Minderung des Antriebsmoments  $M$  mit einer konstanten Rate innerhalb eines vorbestimmten Zeitabschnitts  $t_1$ . Die Fahrsteuerung 21 gibt den Zeitabschnitt  $t_1$  abhängig von der mittels des Fahrgeschwindigkeitssensors 65 ermittelten Fahrgeschwindigkeit vor, beispielsweise indem der Zeitabschnitt  $t_1$  mit wachsender Fahrgeschwindigkeit abnimmt, womit das Antriebsmoment  $M$  bei Erkennen eines Systemfehlers um so rascher reduziert wird, je größer die Fahrgeschwindigkeit ist.

Wie Fig. 1 zusätzlich zeigt, können zur Beeinflussung der Querdynamik des Fahrzeugs auch Informationen von Längsbeschleunigungssensoren herangezogen werden, wie sie beispielsweise bei 69 in Fig. 1 angedeutet sind.

## Patentansprüche

1. Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug mit jeweils zumindest einem angetriebenen Rad (1, 7) auf beiden Seiten seiner Fahrzeulgängsachse (37), umfassend:  
 eine Brennkraftmaschine (13), eine von der Brennkraftmaschine (13) angetriebene elektrische Generatoranordnung (11), je einen Elektromotor (9) für jedes der angetriebenen Räder (1, 7) und eine die Größe der den einzelnen Elektromotoren (9) aus der Generatoranordnung (11) zugeführten elektrischen Leistung steuernde elektronische Steuerung (15, 19, 21), dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerung (15, 19, 21) Mittel (39; 51, 53; 55) zugeordnet sind, die die Größe der momentanen Radlast jedes der angetriebenen Räder (1, 7) erfassen und daß die Steuerung (15, 19, 21) die jedem Elektromotor (9) zugeführte elektrische Leistung abhängig von der erfaßten momentanen Radlast des von dem Elektromotor (9) angetriebenen Rads (1, 7) steuert. 5
2. Antriebsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) die den einzelnen Elektromotoren (9) zugeführte elektrische Leistung mit zunehmender Radlast des von dem Elektromotor (9) angetriebenen Rads (1, 7) erhöht und mit abnehmender Radlast erniedrigt. 10
3. Antriebsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) die von der Generatoranordnung (11) an sämtliche Elektromotoren (9) insgesamt gelieferte elektrische Leistung auf einem vorgegebenen Wert hält und die Aufteilung der elektrischen Leistung auf die Elektromotoren (9) abhängig von der Radlast der angetriebenen Räder (1, 7) steuert. 15
4. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerung (15, 19, 21) Mittel (21, 29) zugeordnet sind, die abhängig von der Radlast einen Maximalwert der von jedem angetriebenen Rad übertragbaren resultierenden Radkräfte vorgeben oder ermitteln, und daß die Steuerung (15, 19, 21) die jedem Elektromotor (9) zugeführte elektrische Leistung so steuert, daß eine in Umfangsrichtung des von dem Elektromotor (9) angetriebenen Rads (1, 7) gerichtete Antriebskraftkomponente der resultierenden Radkraft und/oder eine senkrecht zur Antriebskraftkomponente gerichtete Seitenführungskraftkomponente der resultierenden Radkraft kleiner als der Maximalwert ist. 20
5. Antriebsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) die jedem Elektromotor (9) zugeführte elektrische Leistung so steuert, daß die resultierende Radkraft kleiner als der Maximalwert ist. 25
6. Antriebsanordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) bei rechnerischer Überschreitung des Maximalwerts der Radkraft eines der angetriebenen Räder (1, 7) das von dem Elektromotor (9) dieses Rads (1, 7) gelieferte Antriebsmoment mindert und das Antriebsmoment des Elektromotors (9) wenigstens eines weiteren Rads (1, 7) erhöht. 30
7. Antriebsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) die Antriebsmomente der Elektromotoren (9) sämtlicher weiterer Elektromotoren (9) erhöht. 35
8. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Radlasterfassungsmittel an Radaufhängungskomponenten (47) der angetriebenen Räder (1, 7) angeordnete Sensoren (39; 51, 53) umfassen, die jeweils eine die Radlast repräsentierende Größe insbesondere die von einer Radfederung (43) oder/und einem Stoßdämpfer (45) übertragene Kraft direkt erfassen. 40
9. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Radlasterfassungsmittel an Radaufhängungskomponenten (47) der angetriebenen Räder (1, 7) angeordnete Sensoren (55) umfassen, die jeweils eine von der Radlast abhängige Größe, insbesondere den von der Radlast abhängigen Einfederungsweg nach Größe und/oder zeitlicher Änderung erfassen und hiervon abhängig eine die Radlast repräsentierende Größe errechnen. 45
10. Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug mit jeweils zumindest einem angetriebenen Rad (1, 7) auf beiden Seiten seiner Fahrzeulgängsachse (37), umfassend:  
 eine Brennkraftmaschine (13), eine von der Brennkraftmaschine (13) angetriebene elektrische Generatoranordnung (11), je einen Elektromotor (9) für jedes der angetriebenen Räder (1, 7) und eine die Größe der den einzelnen Elektromotoren (9) aus der Generatoranordnung (11) zugeführten elektrischen Leistung steuernde, elektronische Steuerung (15, 19, 21) insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerung (15, 19, 21) Mittel (59, 63) zugeordnet sind, die eine Kurvenfahrt erfassen, und daß die Steuerung (15, 19, 21) während der Kurvenfahrt die Aufteilung der den Elektromotoren (9) von auf gegenüberliegenden Seiten der Fahrzeulgängsachse (37) angeordneten Rädern (1, 7) zugeführten elektrischen Leistung zur Erzeugung eines das Eigenlenkverhalten beeinflussenden Giermoments ändert. 50
11. Antriebsanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) die den Elektromotoren (9) zugeführten elektrischen Leistungen so steuert, daß sich das Antriebsmoment an zumindest einem Rad (1a, 7a) auf der kurvenäußereren Seite der Fahrzeulgängsachse (37) erhöht und/oder das Antriebsmoment an zumindest einem Rad (1i, 7i) auf der kurveninneren Seite der Fahrzeulgängsachse (37) erniedrigt. 55
12. Antriebsanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) die elektrische Leistung der Elektromotoren (9) von gemeinsam einer Antriebsachse (3, 5) zugeordneten Rädern (1, 7) so steuert, daß das Verhältnis des Antriebsmoments des kurvenäußereren Rads (1a, 7a) der Antriebsachse (3, 5) zum Antriebsmoment des kurveninneren Rads (1i, 7i) dieser Antriebsachse (3, 5) im wesentlichen einen vorgegeben Wert größer eins hat. 60
13. Antriebsanordnung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftfahrzeug zumindest eine vordere (3) und eine hintere (5) Antriebsachse hat und daß die Steuerung (15, 19, 21) die elektrische Leistung der Elektromotoren (9) der vorderen (3) und der hinteren (5) Antriebsachse so steuert, daß das Verhältnis der Summe der Antriebsmomente der hinteren Antriebsachse (5) zur Summe der Antriebsmomente der vorderen An- 65

8. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Radlasterfassungsmittel an Radaufhängungskomponenten (47) der angetriebenen Räder (1, 7) angeordnete Sensoren (39; 51, 53) umfassen, die jeweils eine die Radlast repräsentierende Größe insbesondere die von einer Radfederung (43) oder/und einem Stoßdämpfer (45) übertragene Kraft direkt erfassen. 5
9. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Radlasterfassungsmittel an Radaufhängungskomponenten (47) der angetriebenen Räder (1, 7) angeordnete Sensoren (55) umfassen, die jeweils eine von der Radlast abhängige Größe, insbesondere den von der Radlast abhängigen Einfederungsweg nach Größe und/oder zeitlicher Änderung erfassen und hiervon abhängig eine die Radlast repräsentierende Größe errechnen. 10
10. Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug mit jeweils zumindest einem angetriebenen Rad (1, 7) auf beiden Seiten seiner Fahrzeulgängsachse (37), umfassend:  
 eine Brennkraftmaschine (13), eine von der Brennkraftmaschine (13) angetriebene elektrische Generatoranordnung (11), je einen Elektromotor (9) für jedes der angetriebenen Räder (1, 7) und eine die Größe der den einzelnen Elektromotoren (9) aus der Generatoranordnung (11) zugeführten elektrischen Leistung steuernde, elektronische Steuerung (15, 19, 21) insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerung (15, 19, 21) Mittel (59, 63) zugeordnet sind, die eine Kurvenfahrt erfassen, und daß die Steuerung (15, 19, 21) während der Kurvenfahrt die Aufteilung der den Elektromotoren (9) von auf gegenüberliegenden Seiten der Fahrzeulgängsachse (37) angeordneten Rädern (1, 7) zugeführten elektrischen Leistung zur Erzeugung eines das Eigenlenkverhalten beeinflussenden Giermoments ändert. 15
11. Antriebsanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) die den Elektromotoren (9) zugeführten elektrischen Leistungen so steuert, daß sich das Antriebsmoment an zumindest einem Rad (1a, 7a) auf der kurvenäußereren Seite der Fahrzeulgängsachse (37) erhöht und/oder das Antriebsmoment an zumindest einem Rad (1i, 7i) auf der kurveninneren Seite der Fahrzeulgängsachse (37) erniedrigt. 20
12. Antriebsanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) die elektrische Leistung der Elektromotoren (9) von gemeinsam einer Antriebsachse (3, 5) zugeordneten Rädern (1, 7) so steuert, daß das Verhältnis des Antriebsmoments des kurvenäußereren Rads (1a, 7a) der Antriebsachse (3, 5) zum Antriebsmoment des kurveninneren Rads (1i, 7i) dieser Antriebsachse (3, 5) im wesentlichen einen vorgegeben Wert größer eins hat. 25
13. Antriebsanordnung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftfahrzeug zumindest eine vordere (3) und eine hintere (5) Antriebsachse hat und daß die Steuerung (15, 19, 21) die elektrische Leistung der Elektromotoren (9) der vorderen (3) und der hinteren (5) Antriebsachse so steuert, daß das Verhältnis der Summe der Antriebsmomente der hinteren Antriebsachse (5) zur Summe der Antriebsmomente der vorderen An- 30

triebsachse (3) im wesentlichen einen vorgegebenen Wert hat.

14. Antriebsanordnung nach Anspruch 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) die den einzelnen Elektromotoren (9) zugeführte elektrische Leistung so steuert, daß die Summe der Antriebsmomente der Elektromotoren (9) sämtlicher angetriebenen Räder (1, 7) bei einer Änderung der elektrischen Leistung der einzelnen Elektromotoren (9) im wesentlichen konstant bleibt.

15. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerung (15, 19, 21) Mittel (63; 59, 65) zugeordnet sind, die die Größe und/oder Richtung einer auf das Kraftfahrzeug wirkenden Querbeschleunigung erfassen und daß die Steuerung (15, 19, 21) die Aufteilung der erzeugten elektrischen Leistung auf die einzelnen Elektromotoren (9) und/oder das Verhältnis der Antriebsmomente der angetriebenen Räder (1, 7) abhängig von der erfaßten Querbeschleunigung steuert.

16. Antriebsanordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) das Verhältnis des Antriebsmoments eines kurvenäußerem Rads (1a, 7a) zum Antriebsmoment eines kurveninneren Rads (1i, 7i) derselben Antriebsachse (3, 5) mit wachsender Querbeschleunigung erhöht und/oder das Verhältnis des Antriebsmoments eines vorderen Rads (1) zum Antriebsmoment eines hinteren Rads (7) auf derselben Seite der Fahrzeulgängsachse (37) mit wachsender Querbeschleunigung erhöht.

17. Antriebsanordnung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Erfassung der Querbeschleunigung wenigstens einem unmittelbar die Querbeschleunigung messenden, vorzugsweise im Bereich der vorderen Räder (1) angeordneten Querbeschleunigungssensor (63) umfassen.

18. Antriebsanordnung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Erfassung der Querbeschleunigung die Querbeschleunigung abhängig von der mittels Sensoren (59, 65) erfaßten Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs und dem Lenkwinkel gelenkter Räder (1) des Kraftfahrzeugs errechnen.

19. Antriebsanordnung nach Anspruch 10 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerung Mittel zur Erfassung der Beschleunigung in Fahrzeulgängsrichtung vorzugsweise wenigstens ein die Längsbeschleunigung messender Längsbeschleunigungssensor (69) zugeordnet sind.

20. Antriebsanordnung nach Anspruch 10 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerung (15, 19, 21) Mittel (59) zugeordnet sind, die den Lenkwinkel und/oder eine zeitliche Änderung des Lenkwinkels gelenkter Räder (1) des Kraftfahrzeugs erfassen und daß die Steuerung (15, 19, 21) die wenigstens einem Elektromotor (9) zugeführte elektrische Leistung so steuert, daß bei Beginn des Lenkvorgangs bis zum Erreichen einer stationären Kurvenfahrt ein die Einleitung des Lenkvorgangs unterstützende Giermoment erzeugt wird.

21. Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug mit jeweils zumindest einem angetriebenen Rad (1, 7) auf beiden Seiten seiner Fahrzeulgängsachse (37), umfassend:

eine Brennkraftmaschine (13), eine von der Brenn-

kraftmaschine (13) angetriebene elektrische Generatoranordnung (11), je einen Elektromotor (9) für jedes der angetriebenen Räder (1, 7) und eine die Größe der den einzelnen Elektromotoren (9) aus der Generatoranordnung (11) zugeführten elektrischen Leistung steuernde elektronische Steuerung (15, 19, 21), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerung (15, 19, 21) Mittel (67; 63, 69) zugeordnet sind, die ein durch Seitenwind hervorgerufenes Windgiermoment erfassen und daß die Steuerung (15, 19, 21) die elektrische Leistung zumindest eines der Elektromotoren (9) so ändert, daß ein dem Windgiermoment entgegenwirkendes Giermoment bezogen auf die Hochachse des Kraftfahrzeugs entsteht.

22. Antriebsanordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) zur Erzeugung des entgegenwirkenden Giermoments die elektrische Leistung der Elektromotoren (9) so steuert, daß das Antriebsmoment zumindest eines Rads (1, 7) auf einer Seite der Fahrzeulgängsachse (37) erhöht und/oder das Antriebsmoment zumindest eines Rads (1, 7) auf der anderen Seite der Fahrzeulgängsachse (37) insbesondere auch bis in den Bereich eines sich umkehrenden Antriebsmoments erniedrigt wird.

23. Antriebsanordnung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die das Windgiermoment erfassenden Mittel mehrere in Richtung der Fahrzeulgängsachse im Abstand voneinander angeordnete Stauducksensoren (67) umfassen.

24. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die das Windgiermoment erfassenden Mittel wenigstens einen Quergeschwindigkeitssensor und/oder wenigstens einen die Quer- und/oder Längsbeschleunigung des Kraftfahrzeugs messenden Beschleunigungssensor (63, 69) umfassen.

25. Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug mit wenigstens zwei Antriebsachsen (3, 5) von denen jede angetriebene Räder (1, 7) beiderseits der Fahrzeulgängsachse (37) aufweist, umfassend:

eine Brennkraftmaschine (10), eine von der Brennkraftmaschine (13) angetriebene elektrische Generatoranordnung (11), je einen Elektromotor (9) für jedes der angetriebenen Räder (1, 7) und eine die Größe der den einzelnen Elektromotoren (9) aus der Generatoranordnung (11) zugeführten elektrischen Leistung steuernde elektronische Steuerung (15, 19, 21), wobei die den Elektromotoren (9) insgesamt zuführende elektrische Leistung abhängig von der mittels eines Sensors (23) erfaßten Stellung eines Fahrpedals (25) des Kraftfahrzeugs steuerbar ist, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet,

daß die Steuerung (15, 19, 21) auf eine Änderung der Fahrpedalstellung anspricht und zumindest während eines Teils der durch die Änderung der Fahrpedalstellung bestimmten Beschleunigungsphase die Aufteilung der elektrischen Leistung zwischen den Elektromotoren (9) der vorderen Antriebsachse (3) und den Elektromotoren (9) der hinteren Antriebsachse (5) ändert.

26. Antriebsanordnung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerung (15, 19, 21) Mittel (59; 63) zugeordnet sind, die eine Kurvenfahrt des Fahrzeugs erfassen und daß die Steuerung (15,

19, 21) bei einer Änderung der Fahrpedalstellung die den Elektromotoren (9) zugeführte Leistung so steuert, daß das Verhältnis der von Rädern (1) der vorderen Antriebsachse (3) aufgebrachte Antriebsmoment zu den von den Rädern (7) der hinteren Antriebsachse (5) aufgebrachten Antriebsmoment zunimmt.

27. Antriebsanordnung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) bei einer Änderung der Fahrpedalstellung zu deren Ruhestellung hin das Antriebsmoment vorrangig der hinteren Antriebsachse mindert und/oder bei einer Änderung der Fahrpedalstellung zu deren Vollaststellung hin das Antriebsmoment vorrangig der vorderen Antriebsachse (3) erhöht. 10

28. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 25 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) Mittel (21) zur Begrenzung der Geschwindigkeit und/oder zur zeitlichen Begrenzung der auf die Änderung der Fahrpedalstellung folgenden Änderung des Leistungsverhältnisses umfaßt. 15

29. Antriebsanordnung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) auf die Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs anspricht und die Begrenzungsmittel (21) die Änderungsgeschwindigkeit mit wachsender Fahrgeschwindigkeit erhöhen. 25

30. Antriebsanordnung für ein Kraftfahrzeug mit jeweils zumindest einem angetriebenen Rad (1, 7) auf beiden Seiten seiner Fahrzeuglängsachse (37), umfassend:

eine Brennkraftmaschine (13), eine von der Brennkraftmaschine (13) angetriebene elektrische Generatoranordnung (11), je einen Elektromotor (9) für jedes der angetriebenen Räder (1, 7) und eine die Größe der den einzelnen Elektromotoren (9) aus der Generatoranordnung (11) zugeführten elektrischen Leistung steuernde, elektronische Steuerung (15, 19, 21), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerung (15, 19, 21) Mittel (21) zugeordnet sind, die Systemfehler der elektrischen Komponenten der Antriebsanordnung erfassen, daß der Steuerung (15, 19, 21) ferner Mittel (59, 63) zugeordnet sind, die eine Kurvenfahrt des Kraftfahrzeugs erfassen und daß die Steuerung (15, 19, 21) bei Auftreten eines Systemfehlers während der Kurvenfahrt die zumindest einem Teil der Elektromotoren (9) zugeführte elektrische Leistung reduziert. 40

31. Antriebsanordnung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) die elektrische Leistung sofort reduziert.

32. Antriebsanordnung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) die elektrische Leistung mit einer vorgegebenen Änderungsgeschwindigkeit reduziert. 55

33. Antriebsanordnung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) mittels eines Sensors (65) die Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs erfaßt und die Größe der Änderungsgeschwindigkeit mit wachsender Fahrgeschwindigkeit erhöht.

34. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 60 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (15, 19, 21) das Ausmaß der Leistungsreduzierung davon abhängig steuert, welches Rad (1, 7)

von dem Systemfehler betroffen ist, wobei die Leistungsreduzierung in der Reihenfolge hinteres kurveninneres Rad (7i), vorderes kurveninneres Rad (1i) und/oder hinteres kurvenäußeres Rad (7a), vorderes kurvenäußeres Rad (1a) zunimmt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

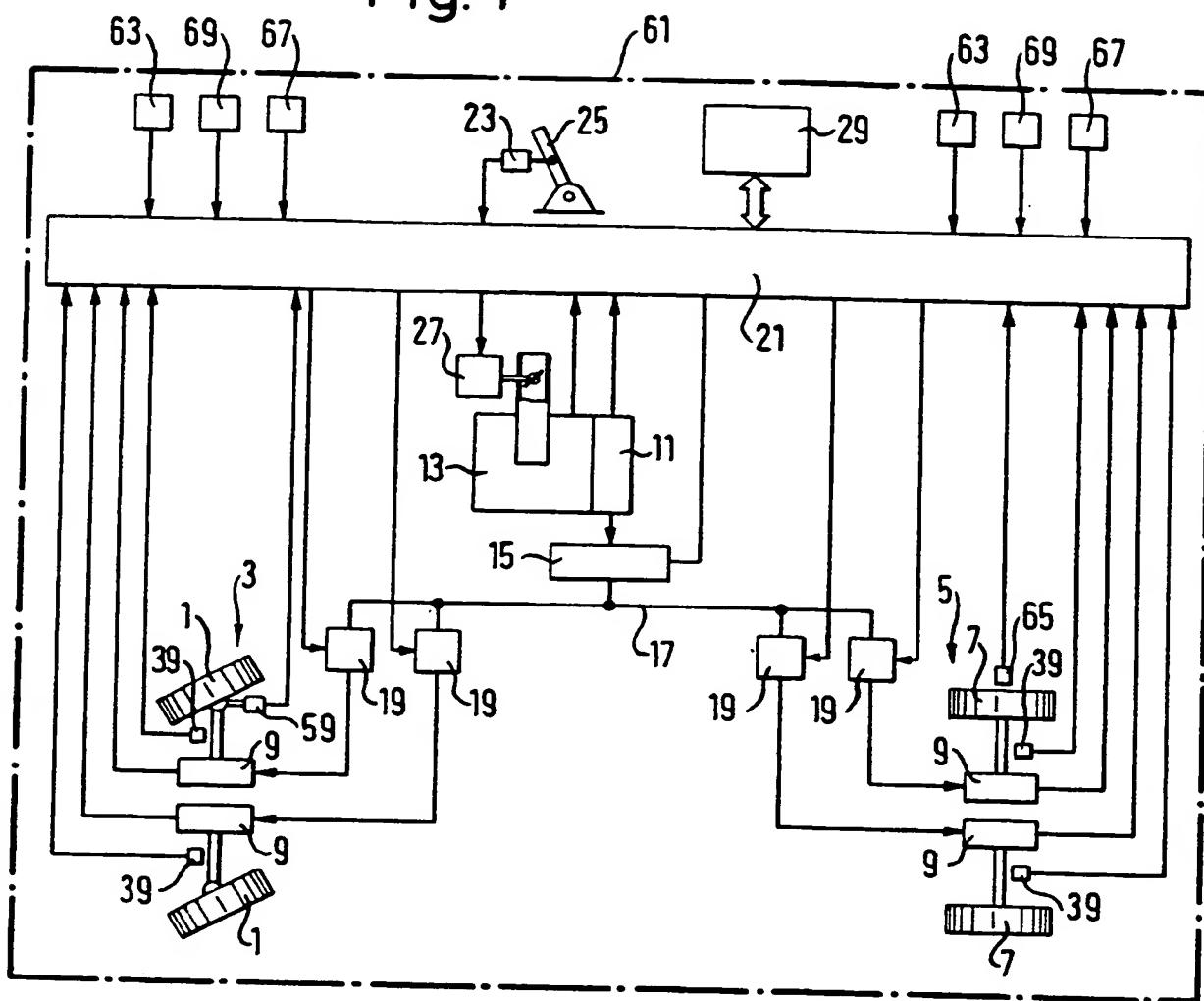
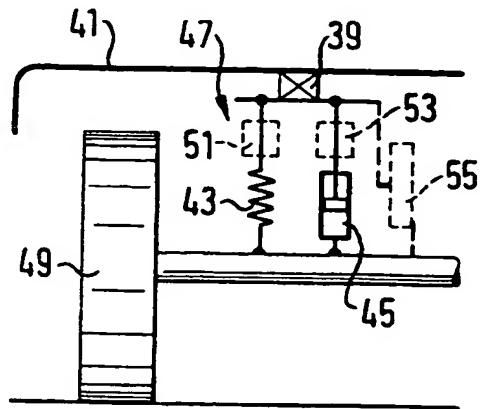


Fig. 2



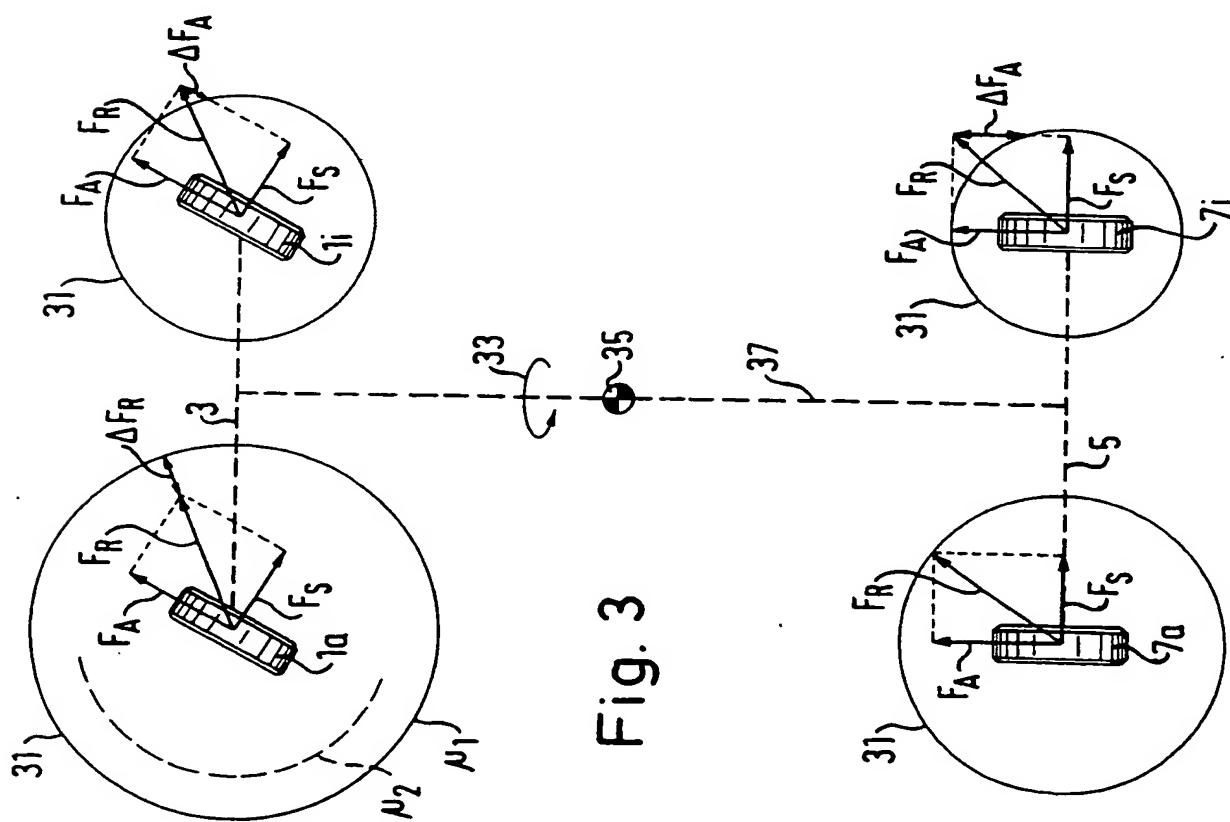
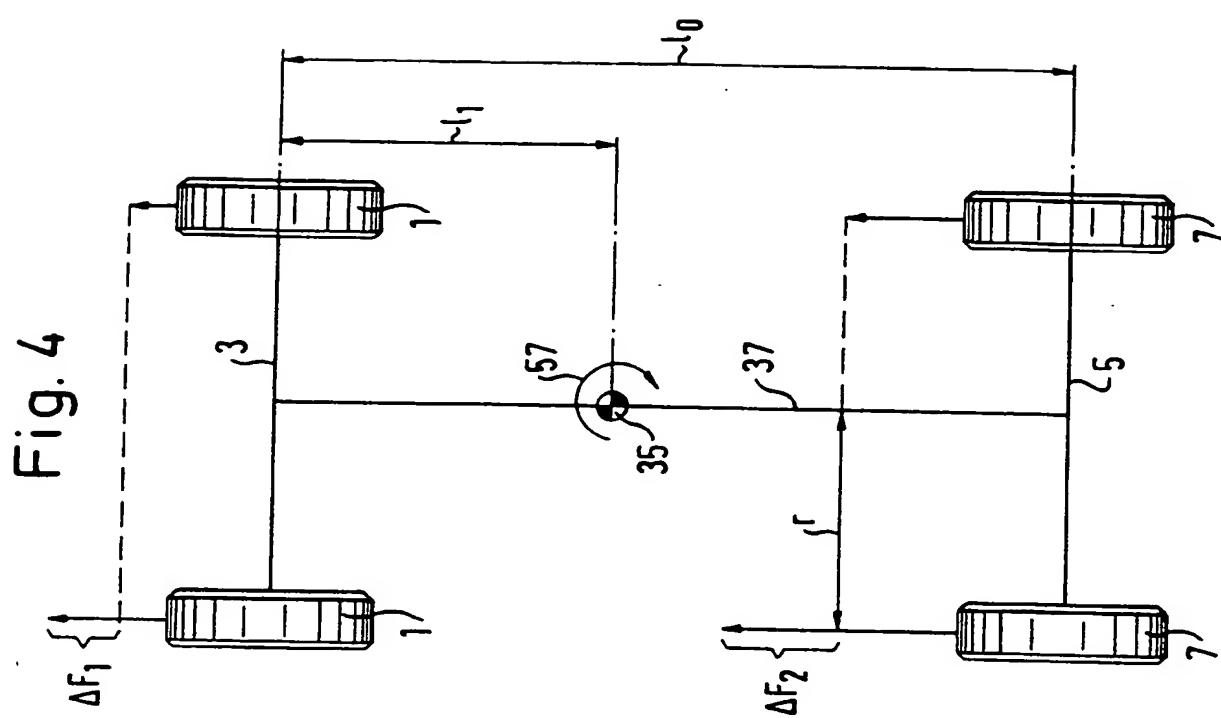


Fig. 5

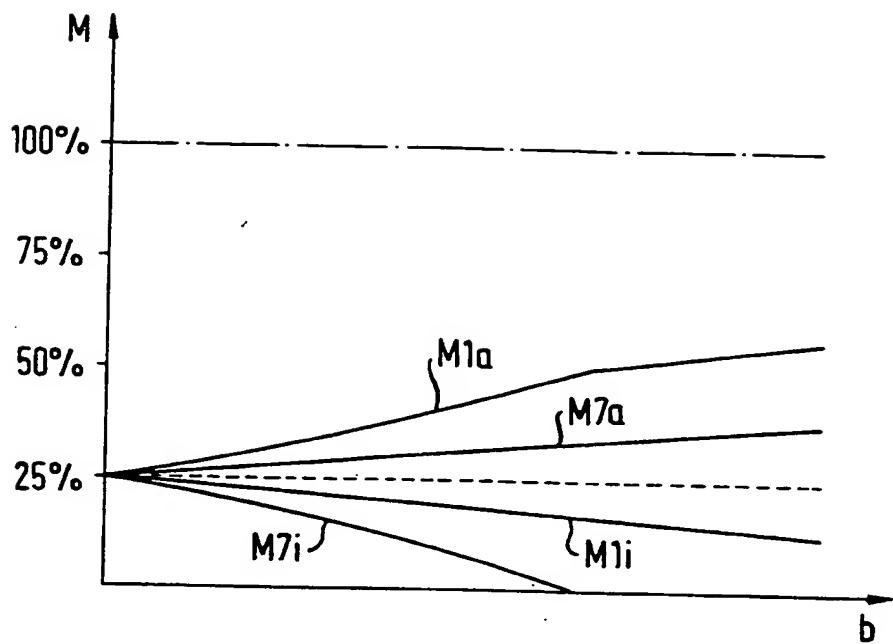


Fig. 6

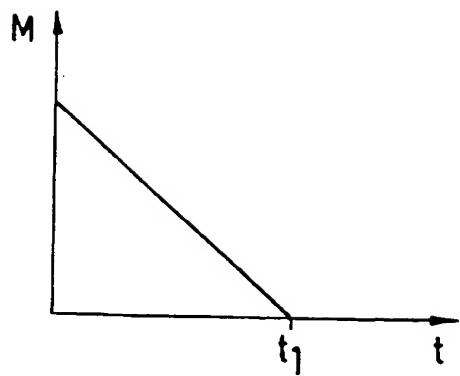


Fig. 7

